

# 锻压设备 理论与控制



李永堂 付建华 白墅洁 张文杰 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

TG315  
L326/2

# 锻压设备理论与控制

李永堂 付建华 白墅洁 张文杰 编著

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书主要是针对现阶段大、中专院校锻压设备类教材普遍滞后于生产、科研的现状,为更好地适应当前锻压设备的教学与科研工作而特意编写的。

全书共分五章,分别介绍了各类锻压设备的基本理论、结构原理、性能分析方法及设计计算方法,并对近几年来出现的新设备、新技术、新的设计方法尤其是新的控制理论与方法进行了介绍,使学生能充分掌握锻压设备的基本理论,并在此基础上触类旁通,掌握锻压设备设计和研究的基本方法及理论。

该书可作为大、中专院校学生的教材,也可供工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

锻压设备理论与控制/李永堂等编著. —北京:国防工业出版社,2005.7

ISBN 7-118-03895-4

I. 锻... II. 李... III. 锻压设备 IV. TG315

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 031486 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

新艺印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 27 637 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:38.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

# 总 序

在国家教育部批准“太原重型机械学院”更名为“太原科技大学”的喜庆日子里,我校的专家学者出版这套学术丛书,让我们共同分享这些最新研究成果。

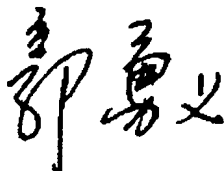
52年前,新中国刚刚成立不久,为了迎接国家经济建设高潮的到来,一所以培养机械工业高级专门技术人才为主的学校在华北大地诞生。从此,她伴随着祖国经济建设的蓬勃发展和时代前进的步伐,历经半个多世纪的风风雨雨,由小变大,由弱变强,现已发展成为一所以工为主,理、工、文、管、经、法、教育门类较为齐全、协调发展的特色鲜明的多科性大学。过去50多年来,太原重型机械学院为国家培养了大批高素质的各类创新人才,他们正奋战在祖国建设的各条战线上。今天,为了适应市场经济和高等教育发展的需要,这所曾经为共和国重工业发展做出过重要贡献的知名学院,正式更名为太原科技大学。不言而喻,这是太原重型机械学院办学实力不断增强、水平不断提高的明证,也是太原科技大学走向美好明天的开始。

浓郁的学术氛围是母校保持的优良传统。众位同仁在教学科研岗位上辛勤耕耘、硕果累累,为神圣的科技教育事业和祖国的社会主义现代化建设做出了新的贡献。这套丛书的编撰出版,定能让广大读者、校友和在校求学深造的莘莘学子共享母校科技百花园散发的诱人芬芳。

愿太原科技大学在新的征途上继往开来、再创辉煌。

谨以为序。

太原科技大学校长



2004年6月10日

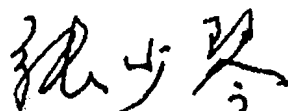
## 贺 信

太原科技大学全体师生员工：

欣闻太原科技大学正式更名挂牌，我谨代表山西省人民政府，向你们表示热烈的祝贺！并向全体师生员工致以亲切的问候！

52年来，太原科技大学（原太原重型机械学院）为社会培养、输送了数以万计的高级专门人才，为我国的社会主义现代化建设事业做出了积极的贡献。

太原科技大学的正式更名挂牌，显示着太原科技大学的办学规模、办学水平和办学层次上了一个新台阶，是我省深化高等教育改革，坚持高等教育创新的又一硕果，必将对我省高等教育事业的改革与发展产生深远影响。希望太原科技大学以此为契机，积极贯彻落实科教兴省战略，继承和发扬优良传统，与时俱进，开拓创新，努力把学校建设成为一所特色鲜明的多科性大学，为全面建设小康社会做出新的更大的贡献！



2004年8月6日

# 前 言

锻压设备在装备制造业中占有非常重要的地位,同时装备制造业的发展也极大地促进了锻压设备的发展和技术进步。提高锻压设备的技术性能、产品质量、生产能力和自动化程度,对于加快我国装备制造业的发展,促进国民经济建设和国防科技进步,加快现代化进程,具有重要意义。

随着现代科学技术的发展,锻压设备行业大力推行技术进步和科技创新,在设计开发能力和制造水平上有了很大提高。现在锻压机械产品不仅能保证良好的性能、质量和可靠性,而且在成套装备、自动化锻压生产线、大型高效精密设备、柔性化制造系统和高附加值锻压装备产品的研制开发等方面都取得了长足的进展。

本书在介绍我国锻压设备的最新研究成果和发展动态的基础上,着重讲述了锻压设备的基本理论、结构原理、性能分析方法、设计计算方法和控制理论与方法,分析研究锻压设备的共性和普遍规律性,读者通过本书的学习可以达到触类旁通的目的。本书不仅可作为工科院校本科生、研究生教材或教学参考书,而且可以供广大工程技术人员参考使用。

本书由李永堂、付建华、白墅洁和张文杰编著,其中李永堂负责编写第一章和第二章的 2.1~2.5 节,付建华负责编写第二章的 2.6、2.7 节和第五章,白墅洁负责编写第四章,张文杰负责编写第三章。齐会萍在全书文稿和图片整理方面做了大量的工作,在此一并致谢。

由于作者水平有限,书中难免会有不妥与不足之处,敬请读者和同行批评指正。

编者

2004 年 12 月

# 目 录

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第一章 绪论               | 1  |
| 1.1 锻压设备的地位和作用       | 1  |
| 1.2 锻压设备的分类和特点       | 1  |
| 1.3 锻压设备的发展概况        | 3  |
| 第二章 锻锤               | 7  |
| 2.1 锻锤概述             | 7  |
| 2.1.1 锻锤的分类          | 7  |
| 2.1.2 锻锤的主要特点        | 8  |
| 2.1.3 锻锤的发展概况        | 8  |
| 2.2 锻锤基础知识           | 9  |
| 2.2.1 工程热力学基础        | 9  |
| 2.2.2 锻锤的打击特性        | 15 |
| 2.3 蒸汽—空气锤结构和工作原理    | 20 |
| 2.3.1 蒸汽—空气自由锻锤      | 20 |
| 2.3.2 蒸汽—空气模锻锤       | 31 |
| 2.3.3 蒸汽—空气对击锤       | 37 |
| 2.4 空气锤的结构和工作原理      | 42 |
| 2.4.1 空气锤的规格和参数      | 42 |
| 2.4.2 空气锤结构形式和原理     | 42 |
| 2.4.3 空气锤的配气操纵过程     | 44 |
| 2.4.4 空气锤工作过程各阶段分析   | 45 |
| 2.4.5 空气锤能量计算        | 48 |
| 2.5 液压模锻锤结构和工作原理     | 49 |
| 2.5.1 液压模锻锤特点和发展概况   | 49 |
| 2.5.2 液压模锻锤工作原理和结构形式 | 54 |
| 2.5.3 液压模锻锤参数设计计算    | 57 |
| 2.6 液压模锻锤液压系统和程控系统   | 68 |
| 2.6.1 闭式液压系统及其分析     | 68 |
| 2.6.2 开式液压系统的应用      | 71 |
| 2.6.3 液压模锻锤程序控制系统    | 72 |
| 2.7 螺旋压力机            | 75 |
| 2.7.1 螺旋压力机的工作原理     | 76 |

|       |                       |     |
|-------|-----------------------|-----|
| 2.7.2 | 螺旋压力机的工作特性与特点         | 76  |
| 2.7.3 | 螺旋压力机的主要技术参数          | 77  |
| 2.7.4 | 螺旋压力机打击力的力能关系         | 79  |
| 2.7.5 | 摩擦压力机                 | 84  |
| 2.7.6 | 液压螺旋压力机               | 86  |
| 2.7.7 | 电动螺旋压力机               | 87  |
| 2.7.8 | 离合器式高能螺旋压力机           | 88  |
| 2.7.9 | 气液螺旋压力机               | 90  |
| 第三章   | 液压机                   | 92  |
| 3.1   | 流体力学基础                | 92  |
| 3.1.1 | 液体流动的质量守恒定律(连续性方程)    | 92  |
| 3.1.2 | 液体流动的能量守恒定律(伯努利方程)    | 92  |
| 3.1.3 | 液体流动的动量定理             | 94  |
| 3.1.4 | 流动液体压力损失计算            | 95  |
| 3.2   | 液压元件                  | 95  |
| 3.2.1 | 柱塞泵                   | 95  |
| 3.2.2 | 液压缸                   | 97  |
| 3.2.3 | 二通插装阀                 | 99  |
| 3.3   | 液压机的结构和工作原理           | 102 |
| 3.3.1 | 液压机的工作原理              | 102 |
| 3.3.2 | 液压机的特点与分类             | 103 |
| 3.3.3 | 液压机的典型结构              | 104 |
| 3.4   | 液压机参数设计计算             | 113 |
| 3.4.1 | 液压机的基本参数及其选用          | 113 |
| 3.4.2 | 液压缸设计计算               | 114 |
| 3.4.3 | 四柱式组合机架的受力情况分析        | 124 |
| 3.4.4 | 整体框架式机身强度、刚度计算        | 132 |
| 3.5   | 液压机的液压系统              | 137 |
| 3.5.1 | 液压机的液压系统的结构形式和特点      | 137 |
| 3.5.2 | 几种常用液压机的液压系统          | 140 |
| 3.6   | 液压机的数控系统              | 148 |
| 3.6.1 | 概论                    | 148 |
| 3.6.2 | 数控系统的组成               | 148 |
| 3.6.3 | 液压折弯机的 CNC 控制         | 150 |
| 3.6.4 | 可编程序控制器的应用            | 156 |
| 3.6.5 | 大型锅炉封头油压机的 PLC 程序控制系统 | 159 |
| 3.6.6 | 泵直接传动式锻造液压机计算机控制      | 162 |
| 3.6.7 | 四柱液压机的 PLC 改造         | 165 |
| 3.7   | 专用液压机                 | 168 |



|            |                      |            |
|------------|----------------------|------------|
| 3.7.1      | 锻造液压机 .....          | 168        |
| 3.7.2      | 模锻液压机 .....          | 170        |
| 3.7.3      | 板料冲压液压机 .....        | 173        |
| 3.7.4      | 液压剪板机 .....          | 176        |
| 3.7.5      | 液压板料折弯机 .....        | 178        |
| <b>第四章</b> | <b>曲柄压力机 .....</b>   | <b>183</b> |
| 4.1        | 机构学基础 .....          | 183        |
| 4.1.1      | 机构运动简图 .....         | 183        |
| 4.1.2      | 平面机构的力分析 .....       | 185        |
| 4.1.3      | 平面机构运动分析 .....       | 192        |
| 4.1.4      | 连杆机构及其特点 .....       | 199        |
| 4.1.5      | 多杆机构 .....           | 201        |
| 4.2        | 曲柄压力机结构与工作原理 .....   | 203        |
| 4.2.1      | 曲柄压力机的分类及型号 .....    | 204        |
| 4.2.2      | 通用压力机的技术参数 .....     | 208        |
| 4.2.3      | 曲柄滑块机构的运动与受力分析 ..... | 211        |
| 4.3        | 曲柄压力机主要零部件结构 .....   | 219        |
| 4.3.1      | 曲柄滑块机构 .....         | 219        |
| 4.3.2      | 滑块与导轨 .....          | 226        |
| 4.3.3      | 机身 .....             | 227        |
| 4.3.4      | 离合器与制动器 .....        | 228        |
| 4.3.5      | 压力机传动系统 .....        | 235        |
| 4.3.6      | 压力机的辅助装置 .....       | 236        |
| 4.3.7      | 曲柄压力机的润滑系统 .....     | 240        |
| 4.4        | 曲柄压力机的参数计算 .....     | 241        |
| 4.4.1      | 工作机构的参数计算 .....      | 241        |
| 4.4.2      | 传动系统的参数计算 .....      | 259        |
| 4.4.3      | 操作系统的设计计算 .....      | 267        |
| 4.4.4      | 支承部件的设计计算 .....      | 271        |
| 4.5        | 曲柄压力机的控制系统 .....     | 285        |
| 4.5.1      | 气路系统的主要元件 .....      | 286        |
| 4.5.2      | 气路系统简图 .....         | 292        |
| 4.6        | 专用压力机的结构和原理 .....    | 294        |
| 4.6.1      | 热模锻压力机 .....         | 294        |
| 4.6.2      | 挤压机 .....            | 296        |
| 4.6.3      | 平锻机 .....            | 304        |
| 4.6.4      | 双动拉深压力机 .....        | 308        |
| 4.6.5      | 数控步冲压力机 .....        | 312        |
| <b>第五章</b> | <b>旋转成形机械 .....</b>  | <b>326</b> |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 5.1 旋转成形机械的特点和类型 .....      | 326 |
| 5.1.1 旋转成形机械的特点 .....       | 326 |
| 5.1.2 旋转成形机械的类型 .....       | 326 |
| 5.2 辊锻机的工作原理和结构 .....       | 326 |
| 5.2.1 辊锻机的工作原理 .....        | 326 |
| 5.2.2 辊锻机的特点 .....          | 326 |
| 5.2.3 辊锻机的结构 .....          | 327 |
| 5.2.4 辊锻机的传动系统及技术参数 .....   | 329 |
| 5.2.5 辊锻机的模具固定 .....        | 333 |
| 5.2.6 辊锻模的调整 .....          | 335 |
| 5.3 楔横轧机及斜轧机 .....          | 340 |
| 5.3.1 楔横轧机及斜轧机的工作原理 .....   | 340 |
| 5.3.2 楔横轧机及斜轧机的工艺特点 .....   | 341 |
| 5.3.3 楔横轧与斜轧的运动原理 .....     | 341 |
| 5.3.4 楔横轧机的分类及特点 .....      | 345 |
| 5.3.5 斜轧机的分类及特点 .....       | 348 |
| 5.3.6 楔横轧机与斜轧机的主要结构 .....   | 350 |
| 5.4 辗环机 .....               | 356 |
| 5.4.1 辗环机的工作原理 .....        | 356 |
| 5.4.2 辗环机的用途及分类 .....       | 356 |
| 5.4.3 辗环机的主要技术参数 .....      | 358 |
| 5.4.4 辗环机的结构 .....          | 365 |
| 5.4.5 多工位自动辗环机 .....        | 367 |
| 5.5 摆动辗压机 .....             | 370 |
| 5.5.1 摆动辗压机概述 .....         | 370 |
| 5.5.2 摆动辗压机工作原理 .....       | 372 |
| 5.5.3 摆动辗压机的分类 .....        | 373 |
| 5.5.4 摆动辗压机主要技术参数 .....     | 374 |
| 5.5.5 摆动辗压机的结构 .....        | 376 |
| 5.6 径向锻造机 .....             | 384 |
| 5.6.1 径向锻造机的工作原理 .....      | 384 |
| 5.6.2 径向锻造的特点及用途 .....      | 384 |
| 5.6.3 径向锻造机的分类及主要技术参数 ..... | 385 |
| 5.6.4 径向锻造机的主要结构 .....      | 387 |
| 5.6.5 立式径向锻造机 .....         | 391 |
| 5.6.6 卧式径向锻造机 .....         | 392 |
| 5.6.7 连续径向锻造机 .....         | 393 |
| 5.7 旋压机 .....               | 393 |
| 5.7.1 旋压机的工作原理及特点 .....     | 394 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 5.7.2 旋压机的分类及技术参数 ..... | 395 |
| 5.7.3 旋压机的主要部件 .....    | 400 |
| 5.7.4 普通旋压机 .....       | 410 |
| 5.7.5 强力旋压机 .....       | 412 |
| 5.7.6 特种旋压机 .....       | 414 |
| 附录 主要物理量符号.....         | 417 |
| 参考文献.....               | 418 |

# 第一章 绪 论

## 1.1 锻压设备的地位和作用

国家的装备制造业的整体能力和发展水平决定着该国家的经济实力、国防实力、综合国力和在全球经济形势中的竞争与合作能力,决定着国家实现现代化和民族复兴的进程。由于装备制造业承担着为国民经济各行业提供装备的重任,因此装备制造业的技术发展带动了其他行业的发展,并且涉及行业广泛。装备制造业的技术水平不仅决定了相关产业的质量、效益和竞争力的高低,而且是传统产业借以实现产业升级的基础和根本手段。由此可见,没有强大的装备制造业,就不可能实现国家生产力的跨跃发展;就不会有国家的富强、经济的繁荣;国防和军事装备现代化、国家军事上和政治上的安全也就无从谈起。

知识经济的出现和信息技术的发展,无不以制造业作为物质载体。目前在世界上各发达国家中,装备制造业仍占重要地位。如世界上装备制造业领先的美国、德国和日本始终把装备制造业作为支撑产业和立国强国之本,从未受到削弱因此在国际市场上具有很强的竞争力。由此看来,高度发达的装备制造业和先进制造技术已成为衡量一个国家的国际竞争力的重要标志,是一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。

锻压生产在装备制造业中占有举足轻重的地位。由于锻压生产具有生产率高、材料利用率高和改善制件的内部组织及机械性能等显著特点,因此,采用锻压生产零件的制造方法在各行各业中所占的比例很大:如在航空工业中占 85%;汽车工业中占 80%;电器、仪表工业中占 90%;农用机械生产工业中占 70%。随着精密成形、少无切削技术的发展,降低生产成本、减少产品质量、提高产品性能和质量要求的不断提高,锻压生产在工业、国防、航空航天以及其他各种装备制造业中的作用会越来越大。

锻压设备是装备制造业中的一大类工作母机,在各类机床中占有较大的比例,按 20 世纪 90 年代中期统计数据,全世界主要机床生产国中,锻压机床的产值占有所有各类机床产值的 30% 左右。锻压设备不仅影响着锻压生产的水平、数量和质量,而且关系着我国装备制造业的能力和水平。锻压设备的技术水平、生产能力和自动化程度直接影响着我国工业、农业、国防、航空航天等行业的发展和技术进步,影响着我国现代化进程。随着计算机技术、自动控制技术、网络通信技术和新材料技术的发展,研制开发新型锻压设备,提高锻压设备技术性能、产品质量、生产能力和自动化程度,对于加快我国装备制造业的发展,促进工业、农业、国防和航空航天等行业的技术进步和现代化进程,具有重要意义。

## 1.2 锻压设备的分类和特点

锻压设备涉及面广,种类名目繁多,包括金属成形的各个领域。锻压设备不仅是完成锻

压生产的基础和手段,而且决定着锻件的精度、质量和生产率。不同种类锻压设备的原理、结构特点和工艺特点不同,应用范围也不同。若按照工艺用途分类,我国行业标准将锻压机械分为以下 8 大类。

(1)机械压力机:包括手动压力机、单柱压力机、开式压力机、闭式压力机、拉深压力机、螺旋压力机、压制压力机、板材自动压力机、精压挤压压力机和其他压力机。

(2)液压机:包括手动液压机、锻压液压机、冲压拉深液压机、一般用途液压机、校正压装液压机、层压液压机、挤压液压机、压制液压机、打包压块液压机和其他液压机。

(3)自动锻压机:包括自动锻压机、自动搓丝机、自动滚丝机、自动冷锻机、自动卷簧机、自动弯曲机和其他自动机。

(4)锻锤:包括蒸汽—空气自由锻锤、蒸汽—空气模锻锤、蒸汽—空气对击锤、空气锤、气动液压锤和高速锤等。

(5)锻机:包括平锻机、热模锻压力机、辊锻机、模横轧机、辗环机、摆动辗压机、径向锻机和其他锻机。

(6)剪切机:包括手动剪切机、板料剪切机、联合冲剪机、型材棒料剪断机、板材切割机和其他剪切机。

(7)弯曲校正机:包括手动弯曲校正机、板料弯曲机、型材弯曲机、板料校平机、型材校直机、板料折弯机、旋压机和其他弯曲校正机械。

(8)其他锻压机械:包括板料开卷校平机、锻造操作机、铆接机和其他专用设备。

锻压设备虽然种类名目繁多,工艺用途与结构特点各有不同,但许多设备具有相同的驱动原理、相同的工艺特点和相近的结构,存在一些共性。因此若按照驱动原理和工艺特点的不同,锻压设备主要分为以下 4 大类。

(1)机械压力机类:采用电机驱动和机械传动,通过曲柄滑块机构或其他机构将旋转运动转变为滑块的往复直线运动。它是一种定行程设备,其工作行程主要取决于机械传动部分的结构和尺寸。这类设备包括通用机械压力机、热模锻压力机、挤压机、平锻机和机械传动的板材成形机械等。

机械压力机的工艺特点主要有:由于采用机械传动,因此滑块运动有固定的下死点;滑块速度和滑块的有效载荷随滑块位置的变化而变化;当压力过程所需载荷小于压力机的有效载荷时,该工艺过程便能实现;当滑块载荷超过压力机有效载荷时,就会出现闷车现象,需装有过载保护装置;压力机的加工精度与机械传动机构和机架的刚度有关。

(2)液压机类:利用帕斯卡原理,采用液压传动,泵站将电能转变为液体压力能,通过液压缸和滑块(活动横梁)完成锻压工艺。它是一种定力设备,其输出载荷的大小主要取决于液体工作压力和工作缸面积。这类设备包括锻造液压机、冲压液压机、挤压液压机和板料成形液压机等。

液压机的工艺特点主要有:由于在滑块(活动横梁)工作行程的任一位置都可以获得最大载荷,因此更适用于需要长行程范围内载荷几乎不变的挤压类工艺;由于液压系统中溢流阀的作用,因此易于实现过载保护;液压机液压系统中压力、流量调节方便,可获得不同的载荷、行程、速度特性,既扩大了液压机的应用范围,又为优化锻造过程创造了条件;由于滑块(活动横梁)没有固定的下死点,因此液压机机身刚度对锻件尺寸精度的影响可在一定程度上得到补偿。近年来液压技术的进步,液压元件质量和精度的提高,使得液压机类设备得到

了较快的发展。

(3)锻锤类:采用蒸汽—空气驱动、液气驱动或机械驱动,利用锤头(滑块)在下落过程中积蓄的能量完成锻件变形。它是一种定能量设备,其输出能量主要来自于气缸中气体膨胀做功和锤头重力位能。这类设备包括空气锤、蒸汽—空气锤、蒸汽—空气对击锤、高速锤、液压模锻锤和螺旋压力机等。

锻锤的工艺特点主要有:锻锤类设备的载荷与锻造能力的标志是锤头(滑块)输出的有效打击能量;在工作行程范围内,其载荷—行程特性曲线呈非线性变化,越接近行程终点,其打击能量越大;在完成锻造变形阶段,能量突然释放,在千分之几秒内,锤头速度由最大速度变为零,因此具有冲击成形特征;锤头(滑块)没有固定的下死点,锻件精度靠模具保证。

(4)旋转成形机械:采用电机驱动和机械传动,在工作过程中,设备的工作部分和所加工的零件,二者同时或其中之一做旋转运动。该类设备包括楔横轧机、辊锻机、辗环机、旋压机、摆动辗压机和径向锻机等。

旋转成形机械的工艺特点主要有:零件局部连续变形,故加工时需要的力能较少,也可以加工尺寸较大的工件;由于加工过程中工件或设备工作部分做旋转运动,所以更适合加工轴类、盘类、环类等轴对称零件。

### 1.3 锻压设备的发展概况

锻压生产的历史可追溯到 2000 多年以前,然而直到第一次工业革命,手工锻造才被机器锻造所取代。伴随着蒸汽机的发明和蒸汽作为动力的应用,19 世纪出现了工业汽锤。在随后几年的发展中,有关热力学理论和蒸汽锤的设计理论逐渐完善;1650 年法国人帕斯卡(Blaise Pascal)提出了封闭静止流体中压力传递的帕斯卡原理,1795 年英国人约瑟·步拉默(Joseph Bramah)根据帕斯卡原理发明了世界上第一台水压机。到 1870 年,应用液压传动技术的液压机、挤压机、剪切机和铆接机等锻压设备已得到了普遍应用。电气技术的发展和电机驱动的应用,促进了机械压力机的发展;以矿物油作为工作介质的液压元件的出现和液压技术的发展,促进了液压机和液气驱动锻锤的发展。特别是 20 世纪 50 年代以后,随着计算机技术、控制技术、液压技术、加工制造技术和材料科学的发展,锻压设备得到了快速发展,设备能力进一步提高,产品种类进一步扩大,设备性能进一步完善,控制手段更趋先进,在装备制造业中发挥着越来越大的作用。

我国锻压设备的生产制造在 1949 年以前几乎是空白,新中国成立以后,通过引进技术、仿制和自力更生自行研制等方式,使锻压设备制造业从无到有,从小到大,建立了较完整的锻压设备设计、研制和生产体系。20 世纪 60 年代初,以万吨水压机为代表的各种锻压设备的研制成功,标志着我国装备制造业有了自己的脊梁,为我国工业、农业、国防等行业的发展提供了强有力的支撑。进入 20 世纪 80 年代以后,我国实行改革开放政策,锻压机械行业大力推行技术进步和科技创新,采取自主开发,引进国际先进技术和进行合作生产等多种方式,大大提高了设计开发能力和制造水平。目前我国制造的锻压设备,不仅能保证良好的性能、质量和可靠性,在锻压设备的成套、生产线和数控化、自动化等方面也有了长足的发展,能开发、设计、制造大型精密高效的成套设备,自动化锻压生产线,柔性制造单元(FMC)和

柔性制造系统(FMS)等具有高新技术、高附加值的锻压生产装备,这不仅为国民经济各部门提供了基础装备、关键设备和成套装置,还扩大了出口创汇。

自改革开放以后我国锻压设备的快速发展主要体现在以下几方面。

(1)随着微电子技术、自动控制技术的发展和广泛应用,我国锻压设备自动化水平和数控技术有了大幅度提高。开发出了不同规格的数控回转头压力机、数控弯管机、数控卷板机、数控折弯机、数控激光切割机、数控辗环机、板材柔性加工系统和板材柔性加工单元等各类数控锻压设备,提高了设备自动化程度、安全性和可靠性,提高了生产率和产品质量,改善了生产条件。

(2)随着计算机设计技术的发展,锻压设备设计方法和设计手段也发生了根本的变化。几乎所有锻压设备制造单位都实施了甩图板工程,摆脱了长期以来手工绘图设计的局面,大大缩短了锻压机械设计周期,提高了设计效率。与此同时,一批功能强大的商用软件和自主研制的专用软件广泛应用于锻压机械产品设计及其零部件性能分析中,使锻压设备性能和质量得到了大幅度提高。

(3)一大批科技攻关项目和科研成果得到了推广及应用,推动了锻压设备设计研究领域的技术进步和科技创新,开发了一批具有自主知识产权的锻压设备新产品。例如华中理工大学与黄石锻压机床厂于1991年研制成功的国家“七五”重点攻关项目RD—W67K—135/300型板材柔性加工单元,是一种机电一体化的高科技产品,广泛应用于机械、电子、轻纺、航空、交通、船舶等行业。济南铸锻机械研究所于1991年研制成功的我国第一条板材加工FMS,投入使用以后,效益显著。太原科技大学(原太原重型机械学院)承担了原机械工业部科技攻关项目新型程控液压模锻锤的研制,与安阳锻压机械股份有限公司和长治锻压机床集团公司合作开发了新型程控液压模锻锤系列产品。华中理工大学、西安重型机械研究所等单位研制的快锻液压机及其控制系统,在生产中取得了良好的经济效益和社会效益。

(4)产品种类不断完善。近30年来我国锻压设备的产品种类不仅囊括了锻压机械的8大类,还开发了不少锻压设备辅机及配套装置;在制造生产通用锻压设备的同时,更注重各种专用锻压设备的研制,如金刚石成形液压机,铜材、铝材挤压机等。

(5)设备制造能力不断提高。例如长治锻压机床集团公司引进日本和瑞典技术设计制造的140mm×4000mm等规格的大型卷板机,已应用于三峡水利工程和渤海造船厂等单位;第二重机厂引进消化德国Eumeco公司技术,形成和具备了国防先进水平的大吨位热模锻压力机的制造能力;近年来,西安重型机械研究所设计研制了100MN双动铝材挤压机及其生产线;长治锻压机床集团公司引进国外三维数控弯管技术,于1992年成功开发国内立体冷弯最大规格的DB275型CNC弯管机,该机可与管形测量机CAD联机联网。20世纪90年代我国在大、重型压力机方面,取得了显著成绩,达到了国际80年代的技术水平。济南第二机床厂于1991年研制成功的J47—1250/2000型闭式四点双动拉深压力机,工作台面尺寸为4600mm×2500mm,最大拉深度为300mm。该机在结构上采用了先进的多连杆传动系统,可使内滑块在工作循环中具有较高的空程和回程速度,但工作行程速度却低而均匀,能有效地提高制件精度和模具寿命,降低废品率。电气控制系统采用全功能可编程控制器(PLC)控制技术。此外,30000KN闭式双点汽车大梁压力机、成系列的多连杆传动单动压力机以及其他规格的大型双动拉深压力机的开发成功,都标志着我国大、重型板冲机械压

力机的制造技术已经登上了一个新的台阶,基本上具备了装备汽车冲压生产线的能力。

但是,与世界上工业发达的国家相比,我国锻压装备的技术和水平还有一定的差距。如品种和规格不全,特别是大、高、精、尖的锻压设备有些还依赖进口;主机可靠性和自动化程度还有待于进一步提高,在国际市场上还缺乏竞争力;锻压设备比例不合理,例如模锻设备比例偏低;先进的工艺和装备所占比例小,例如加热设备、下料设备和成形设备在能耗、精度、材料利用率、生产率和环保方面有待提高和改进;技术创新能力有待进一步增强。

为了适应科学技术的发展和锻压生产的需要,满足国内装备制造业的需求,扩大出口创汇,促进经济发展,应该加快我国锻压装备制造业的发展,改造传统设备,加快科技进步和技术创新,提高我国锻压设备技术水平和自动化程度。结合国内、外锻压设备现状以及相关技术发展状况,我国锻压设备的研究和发展方向主要以下几点。

(1)提高锻压设备制造能力,发展专用设备。我国锻压设备的生产在加工制造能力等方面与工业发达国家相比,还有差距。尤其是大型模锻设备,例如大吨位热模锻压力机、高能螺旋压力机和轿车生产线的大型装备等方面,许多设备还依赖进口。我国通过引进消化已经掌握了大、重型锻压设备制造技术,具备了生产能力,因此应大力提高大、重型锻压设备设计制造水平和产品性能,扶持和鼓励国产锻压设备的发展。专用锻压设备具有生产率高、质量稳定等优点,随着经济的发展和各种特殊加工需要的增加,各种专用锻压设备的需求会进一步增加。

(2)提高设备加工精度,发展精密成形设备。由于锻压设备的加工精度直接影响产品质量和生产稳定性,因此对设备精度的要求会越来越高。提高设备精度的措施可以从提高设备刚度、设备制造精度、导向及活动部分的配合精度和控制精度等方面入手。研制和发展精密成形设备有助于促进精密成形工艺和少无切削工艺的发展,有利于节约材料、降低生产成本和提高产品的质量和性能。

(3)提高锻压设备数控程度和柔性化。提高锻压设备的控制水平,普及和采用数控(NC)技术和计算机数控(CNC)技术;发展各种柔性加工单元(FMC)和柔性加工系统(FMS);提高锻压机器人和锻造操作机等辅助设备的控制水平并与主机联网,形成自动化锻压生产线;研制成套技术装备及其生产线,这是锻压设备的主要发展方向之一。

(4)完善设计手段,提高设计水平。在锻压设备设计过程中普遍采用计算机辅助设计(CAD)、可靠性设计和计算机辅助性能分析等方法,在设计阶段便可预测设备的静态和动态性能,提高锻压设备的工作稳定性、工作可靠性、动态特性和故障分析、诊断功能。

(5)推广新材料技术和信息技术。在锻压设备的主要零部件和辅助零件中,采用新型功能材料,先进的材料性能分析方法和先进的热处理工艺,提高零部件性能和整机性能。随着科技进步和信息技术的发展,数字化制造、网络技术和远程设计与制造技术会逐步应用到锻压设备制造领域。

(6)发展绿色设计与制造。锻压设备的生产涉及到环境、能源、材料等各个领域,因此在产品设计、外观造型、材料选用、加工制造工艺和包装设计等各个环节均要考虑节约能源、节约材料、环境保护、零部件回收利用和互换性。要降低振动和噪声,提高设备宜人性,提高产品使用周期和寿命等,实现绿色设计与制造。



随着我国正式加入世界贸易组织(WTO),制造业国际化进程的快速发展,世界装备制造业的中心正向中国转移。因此,发展我国锻压装备制造业,提高产品质量和水平,对于促进我国装备制造业和国民经济的发展,满足国家建设与发展需要,替代进口,为出口创汇,加快我国向装备制造业强国迈进,具有重要意义。